

4. Голоднова О. С. Анализ и мероприятия по предупреждению повреждений сердечников статоров турбогенераторов / О. С. Голоднова, Г. В. Ростик // С.-Пб.: Электросила. – 2004. – № 43. – С. 56-64.

Інші професійні науки (технічні)

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ И ПРОБЛЕМЫ АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ УКРАИНЫ

Шевченко В.В.

Национальный технический университет «ХПИ» (г. Харьков)
к.т.н., доц., профессор кафедры электрических машин, (ID 6022921)

Петренко Н.Я.

Национальный технический университет «ХПИ» (г. Харьков)
к.т.н., доц., доцент кафедры электрических машин

Основой энергокомплекса Украины, как и многих энергонагруженных стран, является и, по нашему мнению, достаточно долго останется атомная энергетика. Однако в технических публикациях, статьях, интернет-сайтах, в официальных документах, посвященных основным направлениям развития электроэнергетики страны максимальное внимание уделяется получению энергии от возобновляемых источников энергии (ВИЭ). В Украине принята программа Энергетической стратегии, в которой указано, что к 2020 году до 11% всей электроэнергии должны получать от ветро- и солнечных станций, а к 2035 году Украина должна получать от ВИЭ до 25% электроэнергии [1]. Но в 2018 г. доля энергии от ВИЭ в общем объеме производства электроэнергии в Украине составляла 1,8% [1]. Поэтому предполагать, что энергетические установки, работающие от ВИЭ, даже если к их показателям добавить вклад от гидроэнергетики (в настоящее время это 7–8 %), смогут обеспечить электроэнергией такую энергонагруженную страну, как Украина, и обеспечат

выход на установленные программами показатели, не стоит. Можно утверждать, что ветро- и солнечная энергетика, единственно перспективные для Украины, могут обеспечивать только локальные, индивидуальные потребности в электроэнергии, т.к. обладают низкой удельной плотностью. Учитывая структуру национальной энергетики, экономическое и политическое состояние, мощности установленного генерирующего оборудования, нарастающие мировые экологические проблемы, можно утверждать, что Украина, как и все развитые государства мира, является и останется ядерным государством, и перспективно развитие именно атомной энергетики. В настоящее время суммарная мощность АЭС мира равна 392 ГВт (477 атомных реакторов). С 2017 г. начато строительство 56 новых реакторов, запланировано строительство еще 160 [3]. К 2035 году, по оценке Всемирной ядерной ассоциации, мощность АЭС возрастет в полтора раза и составит 552 ГВт. Ядерную энергетику можно считать альтернативой классической тепловой энергетике (ТЭС), использующей ископаемые (углеродные) виды топлива; она обеспечивает снижение уровня выбросов парниковых газов, уровня выбросов CO₂. И хотя отношение к атомной энергетике в мировом сообществе всегда было настороженным, а аварии на Чернобыльской АЭС (апрель 1986 г.) и на «Фукусима-1» (март 2011 г.) сделали его просто негативным [2], перспективная позиция крупнейших ядерных государств вполне определена: США, Франция, Великобритания, Китай, Индия и некоторые другие страны не откажутся от атомной энергетики еще очень долго. *В Украине в настоящее время работают четыре АЭС (15 энергоблоков), и Украина занимает седьмое место в мире по показателю установленной мощности АЭС (14 148 МВт). Все энергоблоки были построены еще в период СССР, и только в 2017 г. в Украине утверждена новая "Энергетическая стратегия до 2035 года "Безопасность, энергоэффективность, конкурентоспособность", где было подтверждено приоритетное развитие в стране атомной энергетики. В 2018 г. было утверждено технико-экономическое обоснование строительства энергоблоков*

№3 и №4 Хмельницкой АЭС (стоимостью 72 млрд 342 млн грн.), установлена ориентировочная продолжительность строительства в 7 лет [4].

Поэтому необходимо уметь правильно оценивать проблемы атомной энергетики, знать факторы, которые влияют на надежность работы АЭС, уметь развивать указанное направление с учетом этих проблем.

1) Необходимость продления срока эксплуатации АЭС и разработка мероприятий по обеспечению надежной работы изношенного электрооборудования (ЭО) станций и, в первую очередь, турбогенераторов (ТГ).

Строительство новых блоков атомной энергетики стоит дорого, что в условиях общемирового экономического кризиса является основным сдерживающим фактором. По разным оценкам стоимость строительства блока АЭС типа ВВЭР-1000, которые работают в Украине, обойдется от \$4 ÷ 7 млрд. (в зависимости от выбора подрядчиков) [4]. А с учетом того, что требования к безопасности блоков постоянно растут, стоимость будет еще выше.

Срок эксплуатации большинства блоков украинских АЭС закончился, к 2020-2030-м годам закончатся допустимые сроки работы всех блоков даже с учетом продления работы еще на 30 лет, что является мировым предельным сроком продления времени эксплуатации блоков АЭС. Продление срока эксплуатации – общемировая практика; например, из 100 реакторов США 70 работают с продленным сроком эксплуатации. Но бесконечно продлять сроки эксплуатации блоков АЭС нельзя, поэтому проблема остается нерешенной. И следует признать, что в Украине для обеспечения нарастающих потребностей в электроэнергии необходимо строительство новых блоков АЭС. В некоторой степени увеличить выработку электроэнергии можно за счет увеличения коэффициента использования установленной мощности (k_{us}) ЭО блоков АЭС (ТГ). В Украине k_{us} не превышает 70%, в то время как в некоторых странах он более 90 %, что свидетельствует о более эффективном использовании оборудования. Низкое значение k_{us} в Украине связано с особенностью работы национальной Объединенной энергосистемы, с недостаточностью маневренных

мощностей, которые могли бы в достаточной степени регулировать провалы и пики энергопотребления. Перспективной можно считать замену на АЭС турбинного оборудования (производства Ленинградского металлического завода) на турбины ПАТ «Турбоатом» (г. Харьков, Украина). При этом одновременно можно повышать мощности блоков на 50–60 МВт.

2) Неустойчивость рынка ядерного топлива. Все реакторы Украины были сконструированы для использования топлива российской компании «ТВЭЛ», и национальная атомная энергетика полностью зависела от одного поставщика. Нестабильность политической ситуации заставила в последние годы искать альтернативу, и решением стал переход на топливо американской фирмы *Westinghouse* (шведский филиал). Это топливо уже используется на 1–4 блоках Запорожской АЭС (ЗАЭС), на двух блоках Южно-Украинской АЭС. Есть определенные технические сложности такого решения, в первую очередь, из-за отличия геометрии тепловыделяющих сборок (ТВС), но они решаются. И если в 2013 г. Украина потратила \$600,6 млн на приобретение ТВС у Росатома, то уже в 2014-м году расходы на ТВС распределились следующим образом: \$588,8 млн – Росатом, \$39,4 млн – *Westinghouse Electric Sweden*; в 2018 г. – \$374,6 млн. Росатом, \$148,5 млн – Швеция, (71,6%/28,4%); за первые 5 месяцев 2019 г. (согласно данным Госкомстата Украины) Росатом – \$17,5 млн (17,7%/), Швеция – \$51,2 млн. (82,3%). Кроме того, у российских тепловыделяющих элементов (ТВЭЛ-ов) были отмечены случаи нарушения герметичности. Максимальное число отказов было зарегистрировано в 2003–2004 годы – по 34 отказа в год, в 2011 году был зарегистрирован 21 отказ. При эксплуатации ТВС фирмы *Westinghouse* за 5 лет не было выявлено ни одного случая разгерметизации ТВЭЛ-ов. Но необходим непрерывный контроль надежности работы реакторов с измененным топливом.

3) Отсутствие надежных национальных хранилищ отработанного ядерного топлива (ОЯТ). Хранение ОЯТ продолжает оставаться значительной проблемой для Украины. Только на ЗАЭС организовано собственное хранение ОЯТ в сухих контейнерах – система СХОЯТ. Хранение и переработка

отработанного топлива с трех других станций происходит на территории Российской Федерации. За это Украина ежегодно платит России \$200 млн. Следует помнить, что уран в ТВС за время работы в реакторе выгорает всего на 3–4%, и оставшиеся 96–97% идут на переработку. При сгорании топлива образуется много редких химических элементов, которые могут быть использованы в разных производствах. Например, америций (*Am*), который в сотни раз дороже урана-235 (^{241}Am в промышленном количестве получают при распаде ^{241}Pu), является сконцентрированным источником энергии и может быть использован в бытовых приборах, в электронной промышленности, при производстве процессоров и других элементов для ИТ-технологий. Также ведутся исследования по использованию отработанных ТВС в реакторах «малых АЭС» с мощностью 50%. В зоне отчуждения Чернобыльской АЭС начато строительство центрального хранилища отходов ядерного топлива (ЦХОЯТ), что может в некоторой степени снять проблему хранения ОЯТ украинских АЭС, но нужны значительные материальные вливания в завершение строительства.

4. Проблемы, связанные с «человеческим фактором». Человеческий фактор влияет на работу любого производства, и особенно он важен для АЭС. Установлено, что до 30% неплановых остановок блоков АЭС вызвано неправильными действиями персонала. В настоящее время добавились новые проблемы – нехватка специалистов-атомщиков: происходит естественное старение сотрудников, нет четкой программы подготовки новых специалистов, недостаточно финансирование учебных программ и научных исследований. В Украине только 400 человек имеют официальную лицензию оператора, а подготовка новых достаточно сложная: все кандидаты в операторы проходят медицинскую и психологическую проверку, они должны иметь не менее 15 лет стажа в атомной энергетике. Также увеличилось число увольнений сотрудников станций из-за переезда в другие страны (Россия, Белоруссия, Турция), где оплата их труда значительно выше.

5. Ограниченность ресурсов для АЭС. Мнения по этому вопросу разные, но, по-нашему мнению, оценку запасов урана следует выполнять с учетом его стоимости. Если считать допустимой стоимостью 80\$/кг, то запасов урана хватит на 30-50 лет, если рассматривать стоимость в 300\$/кг, то запасов может хватить на 700 лет, но такая стоимость недопустима.

6. Низкий уровень экономического обеспечения отрасли и недостаточная гибкость государственных программ. Все украинские АЭС являются государственными предприятиями, поэтому их экономическое состояние полностью регулируется законами Украины, которые не всегда могут учесть особенности атомной отрасли. Прежде всего это касается финансового обеспечения станций, оплаты труда сотрудников. Как уже указано выше, это вызывает миграцию персонала, ограничивает возможность проведения технического обслуживания, ремонта и замены оборудования. Также на АЭС Украины, по требованию законодателей, установлен самый низкий тариф в мире за отпущенную электроэнергию – около 2 центов (54,5 коп за 1 кВт/час), в то время, как стоимость отпущенной электроэнергии на ТЭС в 4 раза выше. По мнению сотрудников АЭС, если бы стоимость электроэнергии была хотя бы 90 коп за 1 кВт/час, то без обращения к финансам государства можно было бы достроить новые блоки Хмельницкой АЭС, проводить своевременную модернизацию оборудования, назначить адекватные зарплаты сотрудникам.

Мы рассмотрели наиболее очевидные проблемы современного состояния национальной атомной энергетики. Есть еще задачи, связанные с необходимостью замены реакторов, с обеспечением их надежности, разработка критериев установления допустимых режимов работы ТГ, задачи повышения их мощности и т.д. Атомная энергетика еще длительное время будет основой мировой энергетики, поэтому так важно знать ее проблемы, уметь решать сопутствующие проблемы ее развития.

Список литературы:

1. Украина входит в пятерку стран Европы по ветроэнергетике.

Адрес доступа: <https://krugozor.site/ukraina-vhodit-v-pyaterku-stran-evropy-po-vetroenergetike/>

2. Шевченко В. В. Соотношение технического и человеческого фактора в выполнении задачи безопасного продления сроков эксплуатации энергоблоков АЭС Украины // WayScience: міжнар. електрон. наук.-практ. журнал. – 2018. – № 2(2). – С. 114-138. doi: 10.5281/zenodo.2196906

3. Навязанный социализм. Что происходит в атомной энергетике Украины. Адрес доступа: <https://biz.nv.ua/markets/atomnaya-energetika-ukrainy-s-bolshim-trudom-osvobozhdaetsya-ot-rossiyskoy-zavisimosti-50034275.html>

4. В Украине планируют модернизировать все АЭС. Адрес доступа: <https://ru.slovoidilo.ua/2019/08/27/novost/jekonomika/ukraine-planiruyut-modernizirovat-vse-aes>

Тематика: Педагогічні науки

МАЙБУТНІЙ ЧАС ДІЄСЛІВ: СИСТЕМА ВПРАВ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ КУРСУ «УКРАЇНСЬКА МОВА ЯК ІНОЗЕМНА» ІНОЗЕМНИМИ СТУДЕНТАМИ-МЕДИКАМИ

Шеремета Л.П.

Тернопільський національний медичний університет

імені І.Я. Горбачевського МОЗ України

кандидат педагогічних наук

старший викладач кафедри української мови

В умовах розширення сфер міжнародної та міжнаціональної комунікації важливим чинником становлення української держави як рівноправного партнера у створенні світового освітнього простору є навчання іноземних студентів у вищих навчальних закладах (ВНЗ) України. Для студентів-іноземців, що вивчають дисципліни у ВНЗ рідною (англійською, німецькою)